



#4

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re application of: K. Sekiya et al.

Date: June 21, 2002

Serial No.: 10/062,019

Docket No.: JP920010014US1

Filed: May 23, 2002

Group Art Unit: 2673

For: LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of Japanese Application No. 2001-154531  
filed May 23, 2001, in support of applicant's claim to priority under 35 U.S.C. 119.

Respectfully submitted,

Derek S. Jennings  
Reg. Patent Agent/Patent Engineer  
Reg. No. 41,473  
(914) 945-2144

IBM CORPORATION  
Intellectual Property Law Dept.  
P. O. Box 218  
Yorktown Heights, N. Y. 10598



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2001年 5月23日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2001-154531

出 願 人  
Applicant(s):

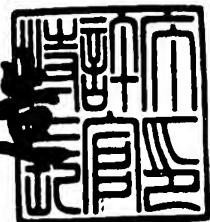
インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 7月27日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3066756

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP9010014

【提出日】 平成13年 5月23日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G09G 3/36

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4    日本アイ・ピー・エム株式会社 東京基礎研究所内

    【氏名】 関家 一雄

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4    日本アイ・ピー・エム株式会社 東京基礎研究所内

    【氏名】 中村 肇

【特許出願人】

    【識別番号】 390009531

    【氏名又は名称】 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

【代理人】

    【識別番号】 100086243

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 坂口 博

【代理人】

    【識別番号】 100091568

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 市位 嘉宏

【代理人】

    【識別番号】 100106699

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 渡部 弘道

【復代理人】

【識別番号】 100104880

【弁理士】

【氏名又は名称】 古部 次郎

【選任した復代理人】

【識別番号】 100100077

【弁理士】

【氏名又は名称】 大場 充

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081504

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9706050

【包括委任状番号】 9704733

【包括委任状番号】 0004480

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液晶表示装置、液晶ディスプレイ駆動回路、液晶ディスプレイの駆動方法、およびプログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画像表示領域を形成する液晶セルと、  
前記液晶セルに対して電圧を印加するドライバと、  
前記ドライバが前記液晶セルに対して目標画素値よりも行き過ぎたオーバードライブ電圧を印加するように制御するオーバードライブコントローラと、を備え

、  
前記オーバードライブコントローラは、各画素の予測キャパシタンス値を記憶し、当該予測キャパシタンス値に基づいて前記オーバードライブ電圧を算出することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】 所定のキャパシタンス値から印加すべき電圧値の情報が格納されたメモリを更に備え、

前記オーバードライブコントローラは、前記メモリに格納された電圧値の情報を補間して前記オーバードライブ電圧を算出することを特徴とする請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 3】 前記オーバードライブコントローラは、あるキャパシタンス値の画素に対して所定の電圧をかけた場合に、その画素が 1 フレーム後にどのようなキャパシタンス値になっているかを予測して予測キャパシタンス値を記憶することを特徴とする請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 4】 あるキャパシタンス値の画素に対して所定の電圧をかけた場合に、その画素が 1 フレーム後に到達するキャパシタンス値の情報を格納するメモリを更に備え、

前記オーバードライブコントローラは、前記メモリに格納されたキャパシタンス値の情報を補間して前記予測キャパシタンス値を算出することを特徴とする請求項 3 記載の液晶表示装置。

【請求項 5】 前記液晶セルは、キャパシタンス変化に対して輝度変化が遅れる性質を備えることを特徴とする請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 6】 T F T 構造を有する各画素に電圧が印加されて画像を表示する液晶セルと、

前記液晶セルの各画素に対して電圧を印加するドライバと、

前記液晶セルに対して目標輝度を表示する際に印加する電圧よりも行き過ぎた電圧の提供に際して当該ドライバを制御するコントローラと、を備え、

前記コントローラは、

前記液晶セルに対して今回表示すべき画素値であるリフレッシュサイクル後の目標輝度と予め予測されている現時点の画素のキャパシタンス値とに基づいて印加すべき電圧を算出する電圧算出手段を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 7】 前記コントローラは、

現時点のキャパシタンス値を有する画素に前記電圧算出手段により算出された前記電圧を印加した際、リフレッシュサイクル後にその画素が到達するキャパシタンス値を予測するキャパシタンス予測手段と、

前記キャパシタンス予測手段により予測された前記キャパシタンス値を格納する格納手段と、を更に備え、

前記電圧算出手段および前記キャパシタンス予測手段は、前記格納手段に格納された前記キャパシタンス値に基づいて印加すべき電圧の算出およびキャパシタンス値の予測を行なうことを特徴とする請求項 6 記載の液晶表示装置。

【請求項 8】 現時点のキャパシタンス値から今回印加すべき電圧を求めるための情報と所定のキャパシタンス値の画素に対して所定の電圧をかけた際にその画素が到達するキャパシタンス値の情報とを格納するメモリを更に備えたことを特徴とする請求項 6 記載の液晶表示装置。

【請求項 9】 前記メモリに格納される前記電圧を求めるための情報および前記キャパシタンス値の情報は、シミュレーションにより求められた離散値であることを特徴とする請求項 8 記載の液晶表示装置。

【請求項 10】 前記メモリに格納される前記電圧を求めるための情報および前記キャパシタンス値の情報は、定常状態からの遷移で求めた値であることを特徴とする請求項 8 記載の液晶表示装置。

【請求項 11】 目標輝度に対して所定の電圧を印加した際に、1 リフレッ

シュサイクル後に各画素が到達するキャパシタンス値を予測するキャパシタンス予測手段と、

前記キャパシタンス予測手段により予測されたキャパシタンス値を格納する格納手段と、

1 リフレッシュサイクル後の目標輝度と前記格納手段に格納されたキャパシタンス値とに基づいて、各画素に印加すべき電圧を算出する電圧算出手段と、を備えたことを特徴とする液晶ディスプレイ駆動回路。

【請求項 1 2】 前記キャパシタンス予測手段は、あるキャパシタンス値の画素に所定の電圧をかけることで 1 リフレッシュサイクル後に得られるキャパシタンス値を示す情報が格納されたメモリから所定の情報を読み出し、読み出された当該情報に補間を施してキャパシタンス値を予測することを特徴とする請求項 1 1 記載の液晶ディスプレイ駆動回路。

【請求項 1 3】 前記電圧算出手段は、あるキャパシタンス値から印加すべき電圧を求めるための情報が格納されたメモリから所定の情報を読み出し、前記格納手段に格納された前記キャパシタンス値に基づいて、読み出された当該情報に補間を施して印加すべき電圧を算出することを特徴とする請求項 1 1 記載の液晶ディスプレイ駆動回路。

【請求項 1 4】 入力される画素値に対してオーバードライブで修飾された画素値を出力する液晶ディスプレイの駆動方法であって、

入力される画素値に対して所定の電圧を印加した際に、1 リフレッシュサイクル後に各画素が到達するキャパシタンス値を予測し、

予測されたキャパシタンス値を記憶し、

入力される 1 リフレッシュサイクル後の画素値と記憶された前記キャパシタンス値とに基づいて、各画素に印加すべきオーバードライブ電圧を算出することを特徴とする液晶ディスプレイの駆動方法。

【請求項 1 5】 前記オーバードライブ電圧の算出は、記憶された前記キャパシタンス値を出発時のパラメータとし、入力される 1 リフレッシュサイクル後の画素値を目標輝度として、印加すべきオーバードライブ電圧を算出することを特徴とする請求項 1 4 記載の液晶ディスプレイの駆動方法。

【請求項 1 6】 〃キャパシタンス変化に対して輝度変化が遅れる液晶ディスプレイの駆動方法であって、

所定の電圧を印加した際に前記液晶ディスプレイの各画素が有するキャパシタンス値を予測し、

入力される目標画素値に基づいて、予測された前記キャパシタンス値をパラメータとして当該目標画素値よりも行き過ぎた電圧を算出し、

算出された前記電圧に基づいて前記液晶ディスプレイに所定の電圧を供給することを特徴とする液晶ディスプレイの駆動方法。

【請求項 1 7】 液晶表示装置を駆動するためのコンピュータに、

表示すべき画素値に基づいて前記液晶表示装置に所定の電圧を印加した際に、1 リフレッシュサイクル後に各画素が到達するであろうキャパシタンス値を予測する機能と、

前記コンピュータに設けられたバッファに対して、予測されたキャパシタンス値を記憶させる機能と、

表示すべき 1 リフレッシュサイクル後の画素値と記憶された前記キャパシタンス値とに基づいて、各画素に印加すべき電圧を算出する機能と、を実現させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像を表示する液晶表示装置等に係り、より詳しくは、液晶ディスプレイにおける応答速度の問題を改善する液晶表示装置等に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、薄膜トランジスタ(TFT)を備える液晶ディスプレイ(LCD)は、その軽量、薄型、低消費電力の特性を生かして、大きな発展を続けている。ここで、例えばPCに用いられるLCDでは、従来、静止画の表示が中心であったが、かかるLCDの発展に伴い、グラフィックスシステムとして動画像の表示や、モニタとしてビデオ映像の表示等、CRTに代わってLCDが広く用いられるように



っており、LCDでの動画表示の技術についての関心が富に高まってきている。  
。

## 【 0 0 0 3 】

ここで、発光がインパルス型であるCRTに対し、LCDはフレームの全期間連続光になるホールド型であり、動画品質からみると、そのままではCRTに追従できない。そこで、CRTと同様の動画特性を得るためにリフレッシュレートの倍増やフレーム毎に間欠発光させるブランキング方式等が提案されている。しかしながら、これらは理想的な解決手段ではあるものの、特殊な超高速応答液晶が前提であり、現在用いられている液晶では応答が遅く、適用できないのが現状である。

## 【 0 0 0 4 】

例えば、現行のTNモードのTFT-LCDでは、オン/オフの応答速度が1リフレッシュサイクル(60Hzリフレッシュで16.7ms)程度であるが、中間調レベルでは応答速度が大きく遅れ、数～十リフレッシュ程度まで遅れてしまう。特にTV等のビデオ映像では中間調のレベルにある画像データが最も多く、正確な輝度を得ることができない。また、PCにてテキストデータを表示した場合であっても、スクロールを行なった場合には、読み易い状態にて表示されるまでに長時間が必要となる。

## 【 0 0 0 5 】

このように、TFT-LCDにて例えば動画像を表示しようとする場合の画質劣化では、まず、上述したような各画素の輝度遷移が1フレーム時間16.7ms以内に完了しないことに問題がある。即ち、応答の速い液晶を持ってきても液晶駆動の原理として液晶のキャパシタンス(静電容量)が変化することから、通常の駆動方法では1回のTFTチャージ/ディスチャージで目標輝度に達することができず、画像が1フレーム毎に変化する場合には、当然に表示の反応が追いつかなくなる。また、階調によって応答時間が異なることから、カラー表示に際してRGB間で応答時間が異なることになり、移動しているエッジや細線では、それらの境界からかなり入り込んだところまで色シフト(色相変化)が起きてしまう。  
。

## 【0006】

これらの応答速度の遅れを解決するものとして、オーバードライブという方法がある。これは、液晶デバイスにてステップ入力に対する応答特性の改善を図るために、入力変化の最初のフレームにて目的電圧よりも高い電圧を与える方法である。例えば、特開平7-20828号公報には、液晶の電圧応答特性の予測値を考慮し、液晶の印加電圧に対する透過率応答特性を補償するための処理を入力画像信号に対して施すことで、変化が激しい動画やTV画像に対してもヒステリシス特性や残像等の特性を改善し、忠実な輝度を再現しようとする技術について開示されている。

## 【0007】

## 【発明が解決しようとする課題】

このオーバードライブ技術は、駆動方法の変更だけで実施することが可能であり、比較的容易に実施でき、面倒な液晶デバイス自体の変更を必要としない。また、他の改善手法との組み合わせも容易となる。しかしながら、上述した公報を含め、従来のオーバードライブ技術では、単純な電圧値がパラメータとして採用されているに過ぎない。定常状態に達していない場合の電圧値は、多数の異なる階調輝度や内部状態に対して同じ値を取ることから、次のオーバードライブ電圧を決定するためのパラメータとしては不適切である。

## 【0008】

また、full OFF (full OFF = 0 V等)への遷移では、電荷が完全放電されてしまっているので、複数フレームにまたがる電圧印加の累積として目標階調に漸近していく「積算応答」成分は存在しない。液晶は粘性流体でありそれ自体変位速度が遅く、「粘性流体なので遅いこと」のみが応答速度の遅いことの原因になるが、電圧を予測する限りこれは0 Vであって、遷移途中であることを電圧によって記述することはできない。上記公報には、ローパスフィルタ(LPF: Low Pass Filter)で遷移途中であることを擬似的に記述する内容が示されているが、full OFFの場合には積算応答がないので、他の階調とは異なる特異的なLPFを用意しなければならなくなる。また、「積算応答」と「粘性」が全階調に亘って非線型であり、実際にLPFでは必要とされる予測値を求めることは困難であ

る。

#### 【 0 0 0 9 】

本発明は、以上のような技術的課題を解決するためになされたものであって、その目的とするところは、LCDに表示されたテキストのスクロール、アイコンのドラッグ、CGアニメーション、動画映像等に現れる、色シフト、ぼやけ、尾引き等を改善することにある。

また他の目的は、例えば表示する階調に変化がある場合に、変化のあるリフレッシュサイクル時間内に画素輝度を目標値に近づけることにある。

#### 【 0 0 1 0 】

##### 【課題を解決するための手段】

かかる目的のもと、本発明は、TFT-LCDの各画素について、その表示する階調に変化がある場合、変化のあるリフレッシュサイクル分について目標画素値よりも行き過ぎた(過剰な)電圧(オーバードライブ電圧)を印加し、その1リフレッシュサイクル時間内に画素輝度が目標値に達するようにしている。このとき、印加する電圧を算出する出発値を各画素のキャパシタンスを基準とすることを特徴としている。即ち、本発明が適用される液晶表示装置は、画像表示領域を形成するTFT-LCD等の、キャパシタンス変化に対して輝度変化が遅れる性質を備える液晶セルと、この液晶セルに対して電圧を印加するドライバと、このドライバが液晶セルに対して目標画素値よりも行き過ぎたオーバードライブ電圧を印加するように制御するオーバードライブコントローラと、所定のキャパシタンス値から印加すべき電圧値の情報が格納されたメモリとを備え、このオーバードライブコントローラは、各画素の予測キャパシタンス値を記憶し、この予測キャパシタンス値に基づきメモリに格納された電圧値の情報を補間してオーバードライブ電圧を算出することを特徴としている。

#### 【 0 0 1 1 】

また、本発明が適用される液晶表示装置のコントローラは、液晶セルに対して今回表示すべき画素値であるリフレッシュサイクル後の目標輝度と予め予測されている現時点の画素のキャパシタンス値とに基づいて印加すべき電圧を算出する電圧算出手段と、現時点のキャパシタンス値を有する画素に算出された電圧を印

加した際、リフレッシュサイクル後にその画素が到達するキャパシタンス値を予測するキャパシタンス予測手段と、予測されたキャパシタンス値を格納する格納手段と、を備え、格納手段に格納されたキャパシタンス値に基づいて印加すべき電圧の算出およびキャパシタンス値の予測を行なうことを特徴している。

#### 【0012】

ここで、現時点のキャパシタンス値から今回印加すべき電圧を求めるための情報と所定のキャパシタンス値の画素に対して所定の電圧をかけた際にその画素が到達するキャパシタンス値の情報とを格納するメモリを更に備えたことを特徴とすれば、簡単な構成にて、印加すべき電圧、予測キャパシタンスを決定できる点で優れている。このメモリに格納される情報としては、例えば、シミュレーションにより求められた離散値を表として示したものが挙げられ、定常状態からの遷移で求めた値で済ますことが可能である。

#### 【0013】

一方、本発明は、コントローラ等の液晶ディスプレイ駆動回路として把握することができる。即ち、本発明が適用される液晶ディスプレイ駆動回路は、目標輝度に対して所定の電圧を印加した際に、1リフレッシュサイクル後に各画素が到達するキャパシタンス値を予測するキャパシタンス予測手段と、予測されたキャパシタンス値を格納する格納手段と、1リフレッシュサイクル後の目標輝度と格納されたキャパシタンス値とに基づいて、各画素に印加すべき電圧を算出する電圧算出手段とを備えたことを特徴とすることができる。

#### 【0014】

更に、本発明は、入力される画素値に対してオーバードライブで修飾された画素値を出力する液晶ディスプレイの駆動方法であって、入力される画素値に対して所定の電圧を印加した際に、1リフレッシュサイクル後に各画素が到達するキャパシタンス値を予測し、予測されたキャパシタンス値を記憶し、入力される1リフレッシュサイクル後の画素値と記憶されたキャパシタンス値とに基づいて、各画素に印加すべきオーバードライブ電圧を算出している。言い換えると、オーバードライブ電圧の算出は、記憶されたキャパシタンス値を出発時のパラメータとし、入力される画素値を1リフレッシュサイクル後の目標輝度として、印加す

べきオーバードライブ電圧を算出している。このように構成することで、前回の画素値や輝度、予測した電圧や輝度を出発時のパラメータにする場合に比べて、理想的なオーバードライブを実現することができる。

## 【 0 0 1 5 】

他の観点から捉えると、本発明は、キャパシタンス変化に対して輝度変化が遅れる液晶ディスプレイの駆動方法であって、所定の電圧を印加した際に液晶ディスプレイの各画素が有するキャパシタンス値を予測し、入力される目標画素値に基づいて、予測されたキャパシタンス値をパラメータとして目標画素値よりも行き過ぎた電圧を算出し、算出された電圧に基づいて液晶ディスプレイに所定の電圧を供給することを特徴とすることができる。輝度変化に比べて応答速度が速いキャパシタンス値をパラメータにすることで、オーバーシュートに対するブレイキ効果も期待できる。

## 【 0 0 1 6 】

更に本発明は、液晶表示装置を駆動するためのコンピュータに実行させるプログラムとして把握することができる。かかるプログラムは、コンピュータに対して、表示すべき画素値に基づいて液晶表示装置に所定の電圧を印加した際に、1リフレッシュサイクル後に各画素が到達するであろうキャパシタンス値を予測する機能と、コンピュータに設けられたバッファに対して、予測されたキャパシタンス値を記憶させる機能と、表示すべき1リフレッシュサイクル後の画素値と記憶されたキャパシタンス値とに基づいて、各画素に印加すべき電圧を算出する機能と、を実現させることを特徴としている。

## 【 0 0 1 7 】

このプログラムは、例えば、遠隔地にあるプログラム伝送装置からネットワークを介して、液晶ディスプレイを制御するコンピュータに対して提供することができる。このプログラム伝送装置としては、プログラムを記憶させたCD-ROM、DVD、メモリ、ハードディスク等の記憶手段と、これらの記憶手段からプログラムを読み出し、プログラムを実行する装置側にコネクタ、インターネットやLAN等のネットワークを介して伝送する伝送手段とを備える構成とすれば良い。また、CD-ROM等の記憶媒体を用いてコンピュータに対してプログラム

が提供される場合も考えられる。

【 0 0 1 8 】

【発明の実施の形態】

以下、添付する図面を用いて、本実施の形態を詳細に説明する。

図 1 は、本実施の形態が適用された液晶表示装置の一実施形態を示す構成図である。図 1 に示す液晶表示装置では、液晶セルコントロール回路 1 と薄膜トランジスタ (TFT) の液晶構造を有する液晶セル 2 によって液晶モジュール (LCD パネル) を形成している。この液晶モジュールは、例えばパーソナルコンピュータ (PC) 等のホスト側のシステム装置とは分離した表示装置に、またはノートブック PC の場合はその表示部に形成されるものである。即ち、液晶表示装置には、ホスト側のシステムとはライン等で接続された単体型の液晶ディスプレイ (LCD) の他、ホスト側のシステムと LCD とが一体型となった構成も存在し、これらを区別するものではない。図 1 に示す液晶セルコントロール回路 1 では、システム側のグラフィックスコントローラ LSI (図示せず) からビデオインターフェイス (I/F) 3 を介して RGB ビデオデータ (ビデオ信号) や制御信号、DC 電源が LCD コントローラ 4 に入力される。また、液晶セル 2 は、例えば TN (ツイステッドネマティック) モードの TFT 液晶である。

【 0 0 1 9 】

DC-DC コンバータ 5 は、供給された DC 電源から液晶セルコントロール回路 1 にて必要な各種 DC 電源電圧を作り出し、ゲートドライバ 6 やソースドライバ 7、バックライト用の蛍光管 (図示せず) 等に供給している。LCD コントローラ 4 は、ビデオ I/F 3 から受け取った信号を処理してゲートドライバ 6 やソースドライバ 7 に処理結果を供給している。この LCD コントローラ 4 とソースドライバ 7 との間には、オーバードライブコントローラ 10 が介在している。ソースドライバ 7 は、液晶セル 2 上にマトリックス状に並んだ TFT 配列において、TFT の水平方向 (X 方向) に並んだ各ソース電極に印加する電圧を出力している。また、ゲートドライバ 6 は、同じく TFT の垂直方向 (Y 方向) に並んだ各ゲート電極に印加する電圧を出力している。このゲートドライバ 6 およびソースドライバ 7 は共に複数の IC で構成されており、例えばソースドライバ 7 は、LS

I のチップである複数のソースドライバ IC 8 を備えている。

#### 【 0 0 2 0 】

このソースドライバ 7 の耐圧であるが、実用的な階調数としては、ノート PC では FRC (Frame Rate Control) なしで 6 4 階調 (6 ビット) ドライバを用いており、ノート PC では TN モードにて 5 V 駆動が一般的である。LCD モニタは IPS (In-plane Switching : 横電界) モードが一般的で、1 5 V 程度の耐圧である 2 5 6 階調 (8 ビット) ドライバを用い、ドット反転駆動により、その半分の 7 . 5 V までを用いている。この IPS 用のソースドライバ 7 を TN 用に用いることは可能であり、かかる場合には、5 V 以上の高電圧域をオーバードライブに使用することができる。尚、「FRC (Frame Rate Control)」では、例えば 6 ビットドライブで 8 ビット階調を表示するために、例えば 4 フレームに亘って最下位ビットへ  $\pm 1$  を施して下位 2 ビット分を時間変調に置き直している。尚、FRC は、例えば PC 画面が静的であることを前提としているので、細線の連続スクロールなどでは別の色が見えてしまう。動きのある部分については、階調数は犠牲にできるので、FRC を行なうことは好ましくない。

#### 【 0 0 2 1 】

液晶セル 2 を構成する TFT-LCD は、CRT 等の表示装置に比べて応答速度が遅い。「応答速度」とは、例えば、目標階調の絶対輝度精度 (ガンマ特性を考慮した階調間隔の  $1/2$  または  $1/4$ ) への到達に要する時間と定義できる。この応答速度が遅い原因としては、積算応答の問題、液晶が粘性流体である問題等が挙げられる。また、液晶には電荷リークの問題も存在する。

#### 【 0 0 2 2 】

この積算応答とは、1 回の充放電では目標とする点に到達せず、複数フレームにまたがる電圧印加の累積として目標階調に漸近させるものと言うことができる。画素では、選択終了時の電荷  $Q$  を保ったまま液晶が変位していき、

$$C (\text{キャパシタンス}) \cdot V (\text{電圧}) = Q \quad (Q \text{ は一定})$$

の反比例曲線上を移動していく。開始時のキャパシタンス  $C_{\text{開始}}$  なる画素へ目標階調に相当する電圧  $V_{\text{目標}}$  が印加されたとすると、選択後の電荷は、 $C_{\text{開始}} \cdot V_{\text{目標}}$  であり、目標とする階調で本来必要な電荷  $Q_{\text{目標}} = C_{\text{目標}} \cdot V_{\text{目標}}$  よりも  $C_{\text{開始}} > C_{\text{目標}}$  の場合は  $Q_{\text{開始}} > Q_{\text{目標}}$  となる。

開始/ $C_{\text{目標}}$ だけ過大か過小となってしまう。即ち、目標階調に相当する静的電圧を印加する限り、1回の充放電では目標とする点に到達しない。静的な画像を表示している場合、TFT-LCDでは毎フレーム目標電圧を印加し直すことになるので、時間的に見ると階段状に $C_{\text{目標}}$ に漸近していくことになる。16.7ms応答とされているTN液晶にて中間調の応答が遅い理由は、この積算応答が主原因である。TNモードでなくとも、ON状態とOFF状態とで誘電率の異なる液晶の場合には、この積算応答の問題が当てはまる。

## 【0023】

図2は、上述したジグザグ動作によって目標キャパシタンスに達する特性を説明するための図である。横軸は電圧、縦軸はキャパシタンス(静電容量)であり、輝度-電圧対応曲線とキャパシタンス-電圧対応曲線とが示されている。図に示すキャパシタンスの初期値から第1回目の目標輝度の電圧を与えると、その画素が選択されていない1リフレッシュサイクルの時間に、 $C \cdot V = Q$  ( $Q$ は一定)の反比例曲線上を移動してキャパシタンス-電圧対応曲線の第1回目の位置にキャパシタンスが到達する。同様に、第2回目の目標輝度の電圧、第3回目の目標輝度の電圧と電圧を印加することによって、輝度は、輝度初期値から段階的に目標輝度に達する様子が理解できる。

## 【0024】

また、液晶は、粘性流体であるのでそれ自体変位速度も遅い。例えばTNモードでは、遷移時に液晶分子が3次元内で $\theta$ と $\phi$ の両方の自由度で乱れることから、 $\theta$ の平均値的状态を表すキャパシタンスに対して、 $\theta$ と $\phi$ 両方の影響を受ける輝度は遷移が遅れる。即ち、変化中の輝度曲線は、定常状態における輝度曲線から外れており、出発地点での状態に強く依存してしまう。この遅延は解析的には解けないことから、厳密には、シミュレーションで求めることになる。尚、TNモードで垂直方向に対する配向ベクトルの傾き角度を $\theta$ 、水平方向での角度を $\phi$ としている。IPSモードでもガラス基板に垂直な方向を $\theta$ 、水平な方向を $\phi$ とする。

## 【0025】

次に、電荷リークの問題であるが、液晶は、1フレーム時間内に画素から有意



な電荷リークがあると、静的に同じ階調を表示している場合にはフリッカ(画面のちらつき)現象が生じる。また、階調変化があった場合にはON遷移については遅れ要因となり、full OFF(白、0V)以外へのOFF遷移については加速要因となる。電荷リークは、バックライト輝度、反転極性に依存し、データ線との寄生容量もまたリークに関係する。リークの影響は、 $C \cdot V = Q$  (一定)のQをリーク量で加減することで、オーバードライブに取り込むことが可能である。また、反転極性によってリーク量が大きく異なる場合、オーバードライブの仕組みをそのまま当てはめれば、静的表示の場合にも反転極性に応じて駆動電圧を変えることができ、フリッカを軽減させることができる。

## 【 0 0 2 6 】

これらの問題を踏まえて、本実施の形態では、オーバードライブコントローラ10をLCDコントローラ4からの画素値のストリームに介在させ、ソースドライバ7にオーバードライブで修飾した画素値を渡すように構成している。ここで、「オーバードライブ」とは、目標階調を表示する場合に印加する電圧に対し、出発階調として目標電圧よりも行き過ぎた電圧を与えるものであり、+(プラス)方向への過剰の場合と、-(マイナス)方向(0V方向)への過剰の場合とがある。

## 【 0 0 2 7 】

図3は、オーバードライブ電圧を印加した場合の特性を説明するための図であり、後述するオーバードライブの最も単純な第1のケースで適用される液晶の特性を示している。図2と同様に、横軸は電圧、縦軸はキャパシタンスであり、輝度-電圧対応曲線とキャパシタンス-電圧対応曲線とが示されている。ここでは、+方向への過剰の場合を例に示している。図に示すキャパシタンス初期値から、目標輝度の電圧に過剰電圧を加えたオーバードライブ電圧を与えると、 $C \cdot V = Q$  (一定)の反比例曲線上を移動してキャパシタンス-電圧対応曲線の目標位置にキャパシタンスが到達する。その結果、輝度は、輝度初期値から輝度-電圧対応曲線における目標輝度に達することができる。尚、オーバードライブ印加電圧は、出発時点での画素液晶の状態に依存している。

## 【 0 0 2 8 】

精度の高いオーバードライブを実現するためには、現状よりも多い階調ビット

数のソースドライバ7を選ぶことや、現状とは異なる電圧をソースドライバ7において用いることが挙げられる。このオーバードライブコントローラ10に入力される画素値は、ガンマ補正された輝度値と考えることができる。もっとも輝度値そのものではなく、階調を示すインデックス値であっても構わない。また、出力される画素値は、各画素に印加されるべき電圧値である。ソースドライバ7がデジタル入力型であれば、電圧を指し示す値が出力される画素値となる。

## 【 0 0 2 9 】

図4は、本実施の形態が適用されるオーバードライブコントローラ10の構成を説明するための図である。ここでは、一次の再起型システムで構成され、目標輝度と現時点のキャパシタンス値とから、その画素に今回印加すべきオーバードライブ電圧(供給電圧)を算出するオーバードライブ電圧算出部11、1フレーム後のキャパシタンス値を予測するキャパシタンス予測部12、キャパシタンス予測部12により予測された1フレーム後のキャパシタンス値を格納するフレームバッファ13を備えている。

## 【 0 0 3 0 】

図5は、図4に示したオーバードライブコントローラ10の処理を示すフローチャートである。まず、オーバードライブ電圧算出部11には、今回表示すべき輝度、即ち1リフレッシュサイクル後の目標輝度が入力される(ステップ101)。オーバードライブ電圧算出部11は、フレームバッファ13に格納されている前回(1リフレッシュサイクル前)のキャパシタンス値を読み出して、今回印加すべきオーバードライブ電圧を算出する(ステップ102)。キャパシタンス予測部12では、フレームバッファ13から読み出した現時点のキャパシタンス値(前回予測したキャパシタンス値)の画素に対して、そのオーバードライブ電圧を印加した場合に、1リフレッシュサイクル後にその画素が到達するキャパシタンス値の予測が実行される(ステップ103)。このキャパシタンス予測部12によって予測された予測キャパシタンス値はフレームバッファ13に格納される(ステップ104)。このフレームバッファ13に格納されるキャパシタンス値は、1リフレッシュサイクル後にあたる現時点の画素におけるキャパシタンス値として、オーバードライブ電圧算出部11およびキャパシタンス予測部12にて用いら

れる。本実施の形態では、フレームバッファ 1 3 に格納されるものが予測キャパシタンス値であり、予測された電圧や輝度ではない点に特徴がある。

## 【 0 0 3 1 】

印加する電圧としては、静的印加電圧では使われていない電圧域も用いることができる。例えば、一般的な 5 V の T N モードでは、静的印加電圧では使われていない 0 V ~ 2 V や 3 ~ 5 V、および 5 V を超える電圧領域(超過電圧域)も用いることができる。尚、「静的印加電圧」とは、表示階調に変化がない定常的(静的)状態でその階調を表示するために画素に印加している電圧であり、図 2 および図 3 に示すように、輝度-電圧対応曲線をロジスティック曲線のような 1 本の曲線で表すことができる。オーバードライブ駆動においては、表示すべき階調に対応する静的印加電圧が到達すべき目標電圧となる。

## 【 0 0 3 2 】

図 6 は、5  $\mu$  m ギャップ T N モード液晶について、現在のキャパシタンス値から今回印加すべきオーバードライブ電圧を求めるための値を示す図表であり、発明者がシミュレーションにより求めたものである。本実施の形態では、図 4 に示したオーバードライブ電圧算出部 1 1 に設けられ、このオーバードライブ電圧算出部 1 1 にて補間のための基準データとして用いられる。図 6 に示すような図表の値は、その L C D に固有のパラメータであり、オーバードライブコントローラ 1 0 が備える所定の不揮発性メモリ(図示せず)に格納される。第 2 列目に書かれているのが出発時のキャパシタンス( $C_{LC}$ )、第 2 行目に書かれているのが目標輝度であり、ここでは、レベル 0 (電圧 full O N、黒)~レベル 8 (電圧 full O F F、白)の 9 段階の階調に対して、目標輝度が設定されている。図表中にあるのが印加すべき電圧(V)である。キャパシタンスについて、ここでは  $C_{LC}$  をとって  $pF/mm^2$  で示してあるが、実際には液晶部のキャパシタンスの絶対値が必要なわけではなく、液晶の最小(即ちオフ)キャパシタンス  $C_{LCmin}$  を単位とする、画素の全キャパシタンス  $C_{all}$  の相対値で構わない。

## 【 0 0 3 3 】

図 6 では、キャパシタンスに対する目安として、第 1 列目と第 1 行目に、それぞれ定常(静的)状態のときに対応する階調レベルが記されている。一般に、現時

点のキャパシタンスがこの階調レベルに対応する場合は稀であり、実際のオーバードライブ電圧の算出は補間によって行なわれる。単純な線形補間でほぼ満足すべき結果が得られる。尚、第 1 列目で  $1.2\text{ V}$  から  $2.0\text{ V}$  と電圧で記述してある部分を設け、9 階調よりも細かい精度で閾値近辺の補間をできるように構成している。

## 【 0 0 3 4 】

図 7 は、あるキャパシタンス値の画素に対して 1 フレーム後のキャパシタンス値を算出するための図表である。ここでは、あるキャパシタンス値の画素に対してゲート選択時間(ここでは  $21.7\text{ }\mu\text{s}$  にてシミュレーションしたとき)にある電圧をかけた場合、その画素は  $16.7\text{ ms}$  後にどのようなキャパシタンス値になっているかが示されている。これらの情報は、図 4 に示したキャパシタンス予測部 12 に設けられ、このキャパシタンス予測部 12 にて用いられるものである。図 7 に示すような図表の値は、その LCD に固有のパラメータであり、オーバードライブコントローラ 10 が備える所定の不揮発性メモリ(図示せず)に格納される。

## 【 0 0 3 5 】

図 7 では、図 6 に示した図表と同様に、第 1 列目に出発時点での容量(キャパシタンス)、第 1 行目に印加する電圧が示されており、図表中には、 $16.7\text{ ms}$  後に予測されるキャパシタンス値が示されている。一般に、現時点のキャパシタンスが第 1 列目に示したキャパシタンスに一致していることはなく、実際の算出は補間によって行なわれる。ここでは、キャパシタンスの範囲も印加電圧の範囲も、静的に定義された階調範囲より外側まで含んでいる。

## 【 0 0 3 6 】

図 6 および図 7 に示す図表は、定常(静的)状態から遷移するデータをもとに構成されている。キャパシタンス以外のパラメータを出発時点での状態を表すパラメータに採用すると、非定常(動的)状態からの遷移では定常状態からの遷移で求めた値を用いることができず、その履歴に応じて表の値を入れ替えなければならない。しかしながら、本実施の形態では、キャパシタンスを出発時パラメータに採用しているので、後述の理由により、定常状態からの遷移データで構成される

1種類の表で済ますことができる。

【0037】

尚、かかる例の場合、キャパシタンスは5.5～12.5程度で変動するので、フレームバッファ13には、RGB各画素について10ビット程度で記憶しておけばよい。このビット数もオーバードライブ精度とのトレードオフの関係にある。また、初期値Cの変動による敏感さはリニアではないので、キャパシタンスの値を非線形にマップして8ビット程度に圧縮することも考えられる。

【0038】

次に、最も単純な第1のケースからTN-LCDを用いた第6のケースまで、順を追って、本実施の形態における算出方法を説明する。

まず第1のケースとして、fullON→fullOFFが1フレーム時間(1リフレッシュサイクル)より十分速く遷移できる、高速な液晶の場合を説明する。このケースでは、オーバードライブで加速しなければならない量は積算応答で説明した $C \cdot V = Q$  (一定)での目減り分だけになるので、

$$V_{\text{印加}} = V_{\text{目標}} \cdot C_{\text{目標}} / C_{\text{現在}}$$

となる電圧を印加すれば良い。超過電圧域としては、

$$V_{\text{印加}} = V_{\text{fullON}} \cdot C_{\text{fullON}} / C_{\text{fullOFF}}$$

までを使うことになる。

【0039】

オフ方向・オン方向共に液晶の遷移が充分高速で1フレーム時間に内部状態が定常状態に充分漸近できるのであれば、 $C_{\text{現在}}$ の指標として前回の表示画素値を用いることができ、この場合は通常のフレームバッファ13を1次遅延にした非再帰型システムとしても構成することができる。そして、静的(定常)状態での「階調値→キャパシタンス値」対応表、「階調値→電圧」対応表を階調数の分だけ用意しておけば $V_{\text{印加}}$ を算出できる。

【0040】

次に、第2のケースとして、fullON→fullOFFにて、輝度としては1フレーム時間内で遷移できるが、内部状態が定常状態にまで達しない場合を考える。上記第1のケースによる非再帰型システムでは $C_{\text{現在}}$ が分からないので、この非

再帰型システムではオーバードライブに誤差が生じてしまう。現在16ms以下の応答と言われている5μmギャップTNでも、閾値以下(例えばfullOFF)で内部状態が定常状態に達するためには0.1~0.2秒かかり、16.7msでのキャパシタンスを用いたとすると、6~20%程度の誤差を生じることになる。またTNのC-V対応図(キャパシタンスー電圧対応曲線)を見ると、fullON(fullBlack)の辺りでは輝度としては飽和しているのに、キャパシタンスは勾配を持っている。輝度で見た場合には16ms以下でfullBlackに辿り着くことができても、キャパシタンスがfullONでのキャパシタンスに辿り着いていなければ、次のオーバードライブでは階調に対応する静的なキャパシタンスではなく、その不十分なキャパシタンスを用いなければならない。もし静的なキャパシタンスをC<sub>現在</sub>として使い続けられれば、誤差が累積していく。

## 【0041】

即ち、輝度としては、オーバードライブ電圧として

$$V_{\text{印加}} = V_{\text{目標}} \cdot C_{\text{目標}} / C_{\text{現在}}$$

を用いれば良いのであるが、C<sub>現在</sub>を何とかして推定しなければならない。そのためには非再帰型システムではなく、C<sub>現在</sub>とV<sub>印加</sub>から1フレーム後のキャパシタンスを推定する再帰型システムにしなければならない。静的に定義された階調に対応する以外の値をC<sub>現在</sub>が取るようになるためである。もし非再帰型システムとして構成しようとする、現在までの画素値の履歴を全て覚えておかねばならず、これには無限段階のフレームバッファ13が必要となってしまう。

## 【0042】

また、第3のケースとして、fullON→fullOFFが輝度として1フレームより若干長い程度の時間で遷移する現在の5μmギャップTN、数フレーム時間程度で遷移する現在の4μmギャップIPSのように、オーバードライブをかけても1フレーム時間内には目標輝度に達しない遷移が混在する場合を考える。積算応答以外に粘性流体であることで遅いという原因が加わってくるので、オーバードライブ電圧を $V_{\text{印加}} = V_{\text{目標}} \cdot C_{\text{目標}} / C_{\text{現在}}$ で算出することはできなくなり、何らかのパラメータで表される内部状態を出発点とし、目標階調へ到達するのに必要な電圧が並べられている表を用いてV<sub>印加</sub>を決定することが必要となる。

パラメータの推定は第2のケースと同様に再帰型システムで構成することになる。

#### 【0043】

ここで、1フレーム後のパラメータ推定やオーバードライブ電圧の決定は、図6および図7で示したような表を用いることになるが、これは電圧に対する応答が非線型であるためである。表は、離散値の集合、即ち、ある程度、疎に作っておき、この表の値を補間して必要な値を算出することが好ましい。ここで、本実施の形態のごとく、基準となるパラメータとしてはキャパシタンスを用いるのが最も優れている。その理由は、TNでは、キャパシタンスが液晶分子の $\theta$ における配位の総和を示しているので、 $\phi$ によるキャパシタンス—輝度遅延への影響が大きくない限り、キャパシタンスが1フレーム時間後の内部状態を表す唯一のパラメータとして使用できるからである。

#### 【0044】

内部状態を表すのに、キャパシタンスではなく液晶表面に発生している電圧Vを用いる場合、定常(静的)状態では、電圧Vをキャパシタンスと1:1に対応させることができる。しかしながら、遷移中では、 $V_{\text{現在}} = Q_{\text{前回印加}} / C_{\text{現在}}$ となり、前回チャージした電荷Qに依存し、同じ電圧Vの値で無数のキャパシタンス(即ち内部状態)に対応することになる。即ち、物理的な意味を持つ電圧Vでは、次のオーバードライブの出発点を一意に定められない。また、0V印加の遷移の場合には、 $Q = 0$ となるので、電圧Vでは内部状態を表現できなくなってしまう。言い換えると、電圧Vを出発時点の内部状態を示す唯一のパラメータとしたい場合には、それは物理的な実体を持つ電圧Vではなく、何らかの仮想的な電圧として考案しなければならない。もしもその時点での物理的な電圧Vをパラメータにするのであれば、前回チャージした電荷Qに関する情報や、0Vによる遷移に対して別の補助パラメータを併用する必要性が生じる。そのために、本実施の形態のごとく、パラメータとしてはキャパシタンスを用いることが好ましい。

#### 【0045】

次に、第4のケースについて説明する。TNモード液晶では、各分子の自由度として $\theta$ と $\phi$ の2つがあり、全分子が一斉に整然と動く訳ではないので、同じ輝

度を示していても遷移中の分子の配位状態と、定常（静的）状態での配位状態は異なる。発明者は、鋭意研究の結果、遷移中のキャパシタンス変化は輝度の変化に先行することを見出した。これにより、1フレーム後にちょうど輝度が目標階調輝度に達するようにオーバードライブすると、キャパシタンスは既に目標階調に対応する静的キャパシタンスを通り過ぎた地点に達し、目標階調より行き過ぎたキャパシタンスと輝度の状態に漸近収束しようとする。これは、2フレーム目で目標階調の静的電圧を印加しても抑えることにはならず、電圧差の僅少な遷移に相当することから、目標輝度に戻るためには数フレーム時間以上の長い時間がかかってしまう。これをオーバーシュートと呼ぶ。このオーバーシュートは階調差の大きい遷移ほど大きくなる。

## 【0046】

ここで、輝度を出発点の状態を表すパラメータとし、1フレーム後に目標階調輝度に達するようにオーバードライブを施した場合を考える。ステップ型階調変化の場合、次のフレームの出発時点では目標輝度に一致してしまっているので静的印加電圧をかけることになるが、それではオーバーシュートが数フレーム持続してしまうことになる。これに対して、キャパシタンスを出発点の状態を表すパラメータとし、1フレーム後に目標階調輝度に達するようなオーバードライブを実行すると、キャパシタンスは定常的（静的）な値より少々行き過ぎた点に達しているので、ステップ型階調変化の場合に、次のフレームでは逆向きのオーバードライブを選択することになる。即ち、オーバーシュートに対してブレーキをかけるのと同様の効果を得ることができ、振動しながら目標輝度に速く収束させることができる。

## 【0047】

更に、キャパシタンスを出発点パラメータにした場合、非定常状態からの出発であっても、定常（静的）状態からの出発におけるオーバードライブ電圧セットと同じ電圧セットを使用できることが、シミュレーションを用いて実験的に確かめられた。これは、キャパシタンスが $\theta$ を代表するパラメータであることを考えると、 $\theta$ の非定常状態からの緩和時間は1フレーム時間に比べて充分短いことを意味し、 $\phi$ の定常状態からのズレに起因すると思われる輝度のキャパシタンスに対



する遅れは、定常状態から出発しても非定常状態から出発しても1フレーム後ではほぼ同じになることを意味している。

## 【0048】

これに対し、輝度を出発点パラメータにし、その定常状態からの出発におけるオーバードライブ電圧セットを非定常状態からの出発にも当てはめた場合、full Whiteに近い方(閾値に近い方)の条件においては、到達輝度の誤差が大きくなることも確かめられた。これは、輝度とキャパシタンスなど主要な状態パラメータとの乖離が、閾値近くでは大きくなるためと考えられる。何れにせよ、内部状態を記憶しておく1次遅延に動的状態か定常状態かを示す補助パラメータを設ける必要性や、それまでの履歴を示す2次以上の遅延をフレームバッファ13として持つ必要性がなく、オーバードライブ電圧の算出表が、図6に示すように定常状態出発のもの1つで良いということのメリットは大きい。

## 【0049】

次に、第5のケースについて説明する。前述のように、積算応答の解消のためには、本来は静的電圧でのfull ONよりも高い電圧域(超過電圧域：TNなら5V超、IPSなら7.5V超)を用いるのがオーバードライブとしては望ましい。しかし、ソースドライバ7の耐圧や電源による制限でそのような電圧が使えない場合がある。かかる場合には、上述した第3のケースと同様に、1フレーム後に目標に辿り着いていない液晶の状態を推定し、それを次回のオーバードライブの出発点としなければならない。上述した第2のケースおよび第3のケースにおける再帰型システムであれば、フレームバッファ13は1段で実現可能である。

## 【0050】

最後に、第6のケースについて説明する。現在、ソースドライバ7として、ノートPC用TN-LCDでは6ビット階調、モニタ用IPS-LCDでは8ビット階調のデジタルドライバが用いられている。ところが、一般に、TNモードの液晶では、full Blackとfull Whiteを除き、中間の階調はほとんど2V～3Vの狭い範囲(latitude)の中にて(静的)電圧定義がなされている。望ましいオーバードライブを実現するためには、それら階調定義では使われていない0V～2Vや3V～5V、及び5Vを超える電圧領域(超過電圧域)を含め、全ての

電圧域でアナログ的に電圧を発生させることが望ましい。しかしながら、ディジタルドライバでは発生できる電圧の数に制限があるため、その数とオーバードライブの精度とはトレードオフの関係になる。それでもオーバードライブコントローラ 10 が再帰型システムで構成している限り、その誤差を補償・収束させていくことが可能である。

## 【 0 0 5 1 】

妥当なインプリメンテーションとして、ソースドライバ 7 には静的階調数よりも 1 ～ 2 ビット程度階調数の多い IC (ソースドライバ IC 8) を採用し、発生できる電圧数を 2 ～ 4 倍にするものが挙げられる。その中で、1 セット分はもともとの静的階調の電圧を発生する組とし、残りは 0 V ～ 2 V や 3 V ～ 5 V、及び 5 V を超える電圧領域、および latitude 内で電圧設定が疎になっている部分に割り振る。γ カurve による階調設定の粗密さを反映して、オーバードライブ用電圧の組を設定する。

## 【 0 0 5 2 】

ソースドライバ 7 のビット数を増加させずに全階調に対してオーバードライブを実現したいとすると、latitude 内に設定されている静的階調電圧の幾つかを 0 V ～ 2 V や 3 V ～ 5 V、及び 5 V を超える電圧領域に移動させることになる。静止している画素に関して静的印加電圧をかけることができない場合が出てくるが、その上下の電圧を使って FRC と同様に振動させ続ければ、ほぼ目的の階調輝度を発生させることができる。これも再帰型システムのオーバードライブで実現可能であるが、その画素について FRC を実行中であることの補助情報を更にフレームバッファに持たせるようにした方が、FRC 固有のチラツキ等の問題を回避することができる点で好ましい。即ち、現行の FRC で行なわれているのと同様に、振動のタイミングを隣接する画素からずらすことでチラツキを抑えることができるが、その補助情報によりタイミングをずらすべきなのか、それとも一致させるべきなのかを決定するのである。

## 【 0 0 5 3 】

尚、上記の例から推測できるように、現行の FRC も、オーバードライブコントローラ 10 にて行なうことが好ましい。もし LCD コントローラ 4 によって F

RCされた階調値が出力される場合には、オーバードライブによってチラツキを増強してしまうので、このような画素についてはオーバードライブをかけないようにしなければならない。しかしながら、リニアを仮定している階調値でLCDコントローラ4がFRCをかけるよりは、 $\gamma$ 特性を考慮したより細かい電圧配分をもっているオーバードライブコントローラ10によって実行する方が、より精度の高いFRCを実現できる。更に、将来的には、ソースドライバ7の階調解像度を現在よりずっと高く、リニアなものにして、 $\gamma$ 特性などは参照電圧で与えるのではなくデジタル値で与えるようにすべきであろう。このように構成することで、オーバードライブも理想的な(アナログ的な)電圧を与えることが可能となる。

#### 【0054】

以上、詳述したように、本実施の形態では、オーバードライブコントローラ10によって目標画素値よりも行き過ぎた電圧(オーバードライブ電圧)を印加し、その1リフレッシュサイクル時間内に画素輝度が目標値に達するように制御している。このとき、フィードバック型であるフレームバッファ13には、1リフレッシュサイクル後の予測キャパシタンスが格納されている。そして、この予測キャパシタンスに基づいて、今回、印加すべきオーバードライブ電圧の算出、次の予測キャパシタンス値の算出が実行される。これによって、従来に比べて適切な状態にて、目標輝度に到達させることが可能となる。また、予測フィードバック型であることから、フレームバッファ13は1段だけ、即ち、1次遅延だけで実行できる。更に、キャパシタンス値を出発時パラメータとすることによって、TN液晶のオーバードライブ駆動で発生するオーバーシュートに対してブレーキ効果を生じさせることも可能となる。

#### 【0055】

尚、本実施の形態では、LCDコントローラ4とソースドライバ7との間にオーバードライブコントローラ10を設け、このオーバードライブコントローラ10によってLCDにおける応答速度の改善を図るように構成したが、例えば、LCDコントローラ4にこのような機能を設ける態様、ソースドライバIC8にこのような機能を設ける態様、また、例えばシステム側にてソフトウェアを用いて

実行するように構成することも可能である。かかる場合には、本実施の形態に示すような1次の再帰型システムをプログラム化し、システム側のコンピュータにインストールを行なって実行させることで、本実施の形態における効果を得ることができる。

【0056】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、LCDに表示されたテキストのスクロール、アイコンのドラッグ、CGアニメーション、動画映像等に現れる、色シフト、ぼやけ、尾引き等を改善することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施の形態が適用された液晶表示装置の一実施形態を示す構成図である。

【図2】 ジグザグ動作によって目標キャパシタンスに達する特性を説明するための図である。

【図3】 オーバードライブ電圧を印加した場合の特性を説明するための図である。

【図4】 本実施の形態が適用されるオーバードライブコントローラの構成を説明するための図である。

【図5】 図4に示したオーバードライブコントローラの処理を示すフローチャートである。

【図6】 5 $\mu$ mギャップTNモード液晶について、シミュレーションで求めた現在のキャパシタンス値から今回、印加すべきオーバードライブ電圧を求めるための値を示す図表である。

【図7】 あるキャパシタンス値の画素に対して1フレーム後のキャパシタンス値を算出するための図表である。

【符号の説明】

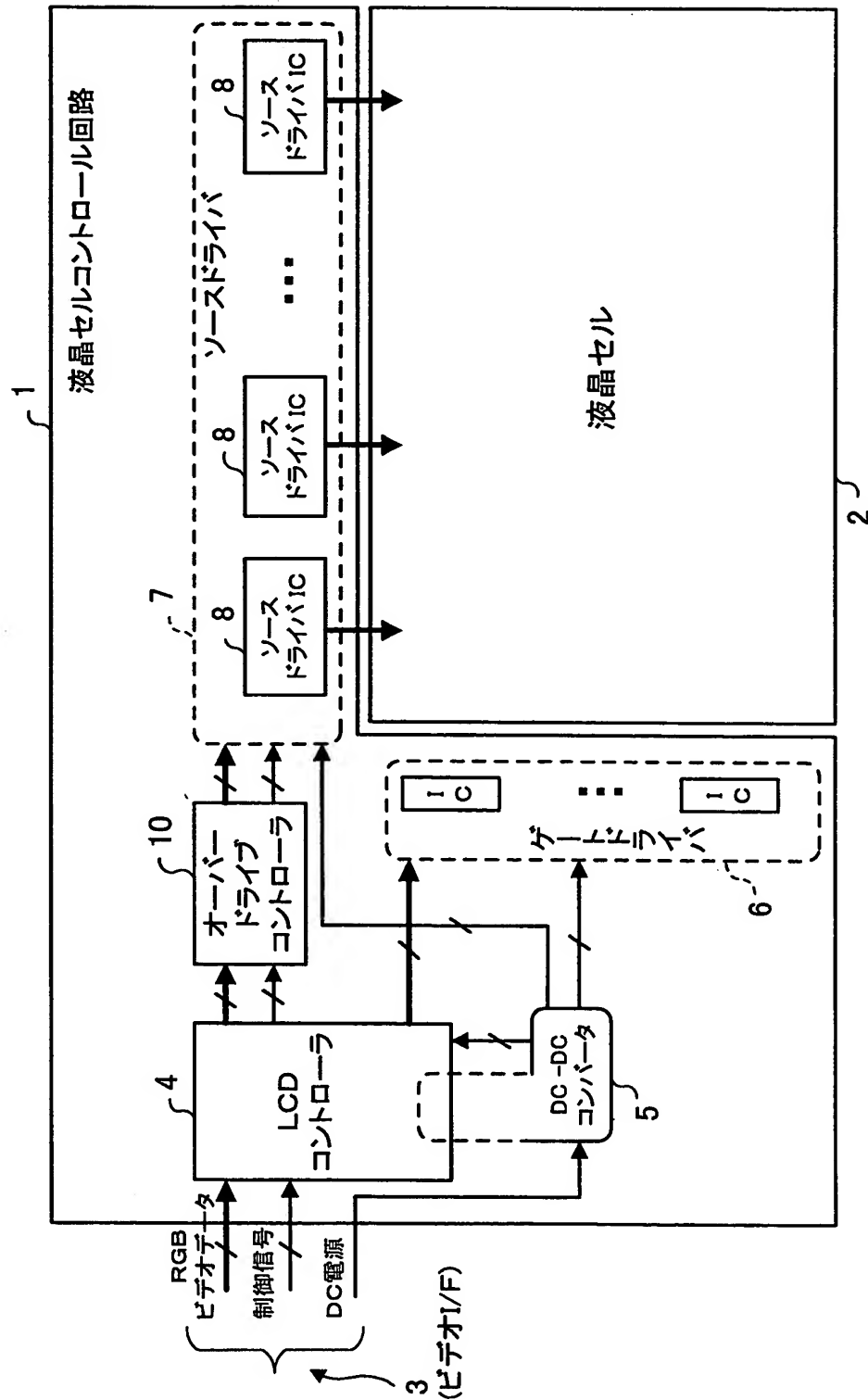
1…液晶セルコントロール回路、2…液晶セル、3…ビデオインターフェイス(I/F)、4…LCDコントローラ、5…DC-DCコンバータ、6…ゲートドライバ、7…ソースドライバ、8…ソースドライバIC、10…オーバードライブ

コントローラ、11…オーバードライブ電圧算出部、12…キャパシタンス予測  
部、13…フレームバッファ

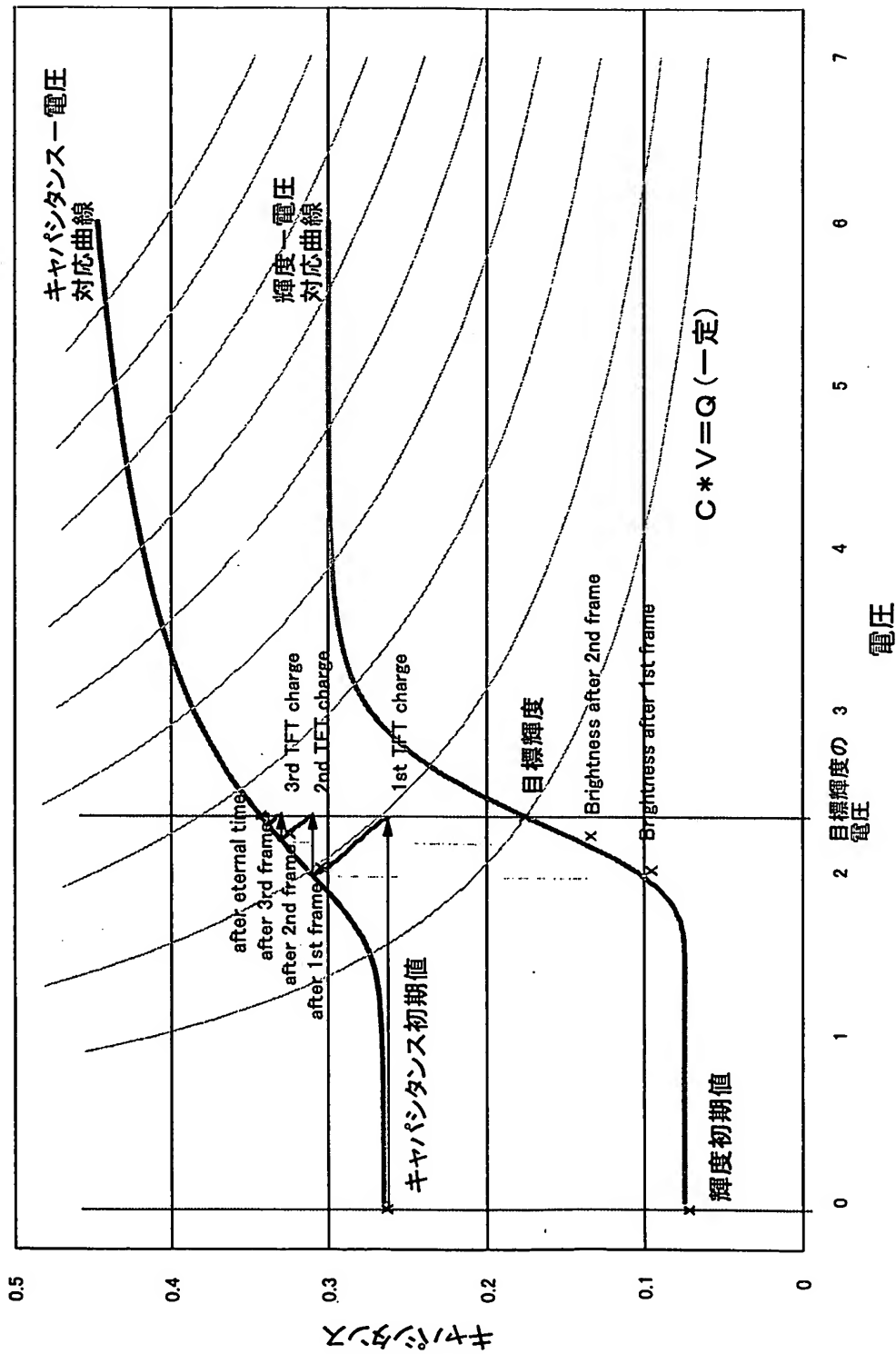
【書類名】

図面

【図1】

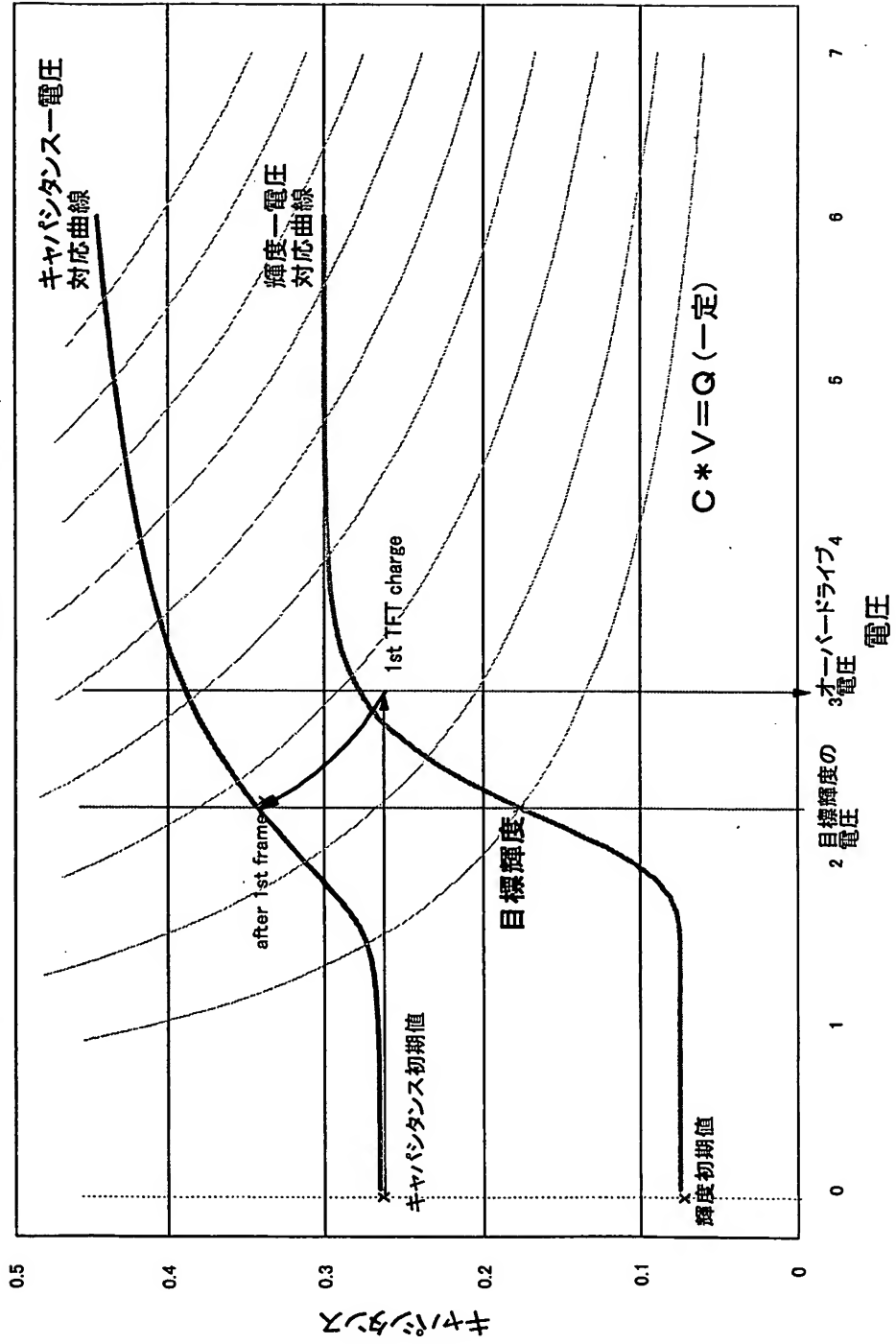


【図2】



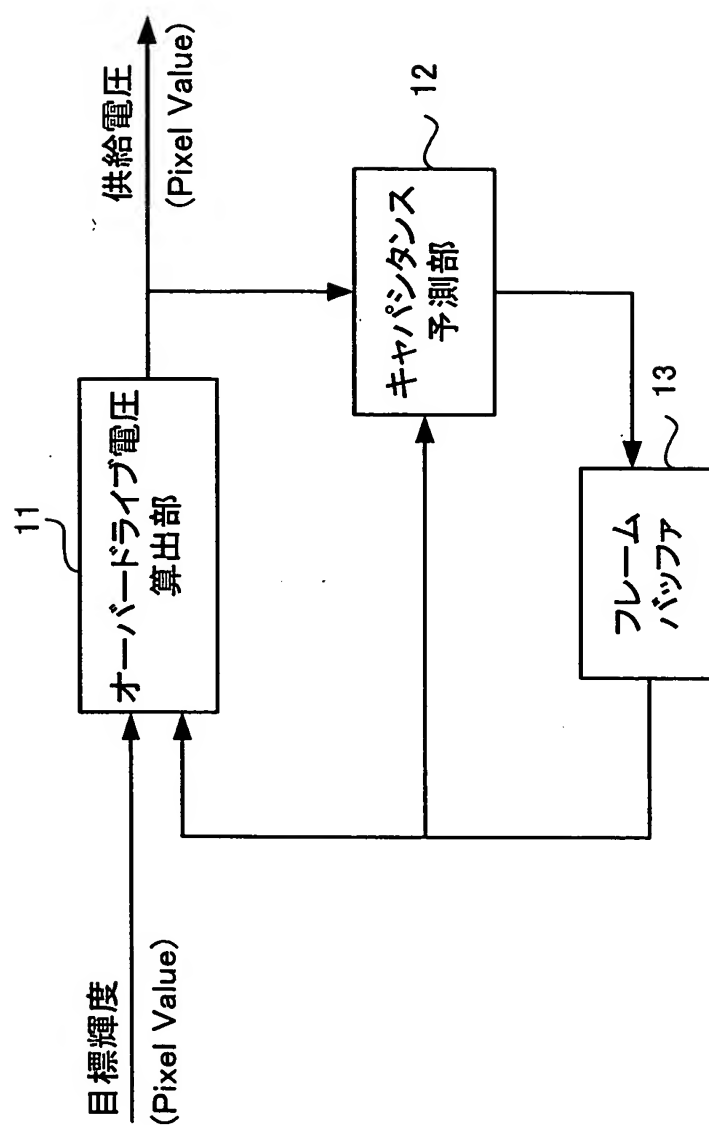
【図3】

オーバードライブ電圧を印加した場合

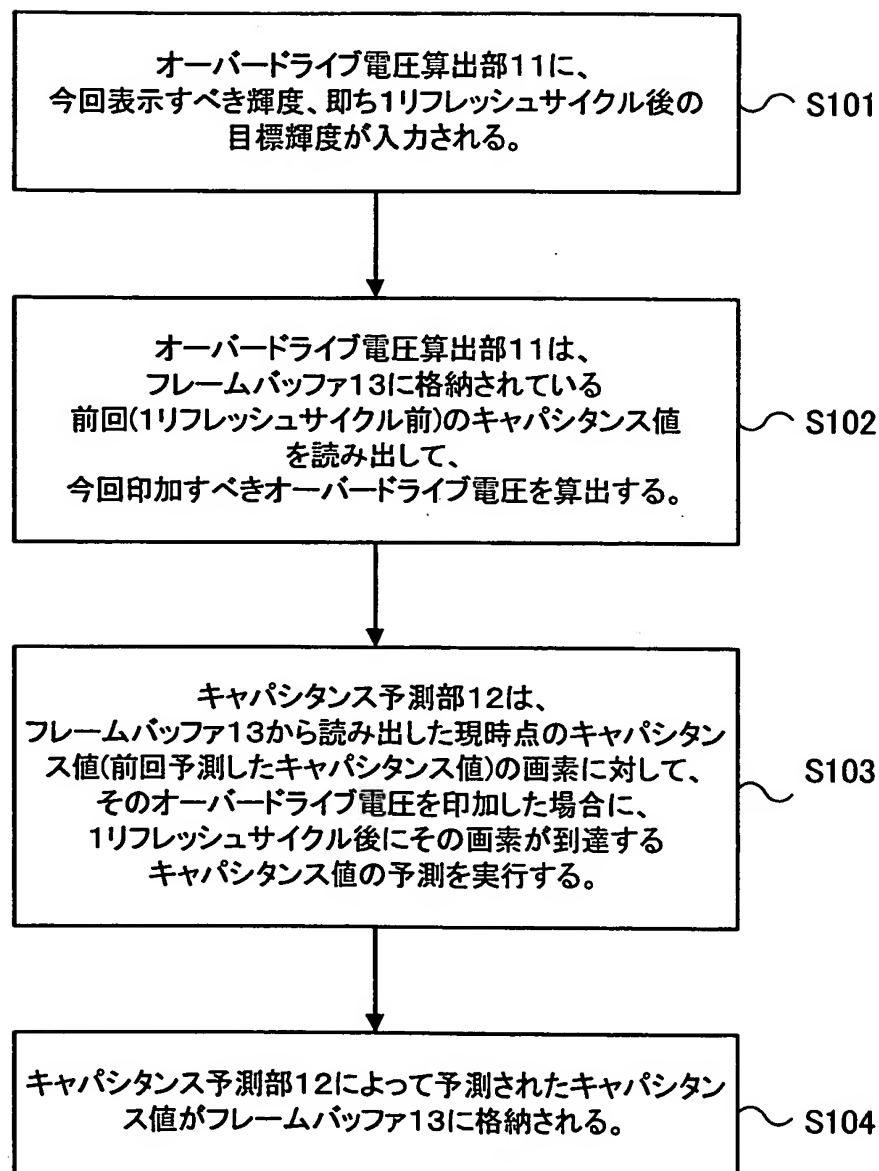




【図 4】



【図 5】



【図 6】

	Target level	level 0	level 1	level 2	level 3	level 4	level 5	level 6	level 7	level 8
Static start level	目標輝度 出光容量	0.00084	0.0103 0	0.0473 5	0.1154 9	0.2181 2	0.3555 8	0.5308 4	0.7458 4	0.9999 5
level 8	5.5530	7.9969	6.2088	5.3633	4.7434	4.3583	4.0163	3.7284	3.3490	1
1.2V	5.5836	7.9853	6.1556	5.3011	4.6908	4.3083	3.9580	3.6612	3.2703	1.5190
1.4V	5.6605	7.9546	6.0393	5.1786	4.5898	4.2147	3.8688	3.5410	3.1543	1.1244
1.6V	5.8939	7.8537	5.9457	4.9601	4.4310	4.0057	3.6906	3.3380	2.9389	1.0166
2.0V	7.2035	6.9652	5.3997	4.3980	3.8826	3.4630	3.1309	2.7736	2.3330	0
level 7	7.8413	6.7616	4.9793	4.1777	3.6770	3.2896	2.9263	2.5856	2.168	0
level 6	8.5975	6.3894	4.7512	3.9271	3.4393	3.0598	2.7401	2.385	1.9596	0
level 5	9.1804	5.9943	4.4998	3.7848	3.3111	2.9200	2.579	2.2487	1.7995	0
level 4	9.6941	5.9067	4.3949	3.6299	3.1811	2.782	2.4674	2.1403	1.6869	0
level 3	10.1912	5.7948	4.2666	3.4791	3.023	2.7102	2.3720	2.0355	1.5911	0
level 2	10.7078	5.6447	4.0978	3.346	2.9358	2.5869	2.2742	1.9221	1.4946	0
level 1	11.3424	5.4002	3.907	3.2696	2.8290	2.4518	2.1494	1.7936	1.3155	0
level 0	12.1062	5	3.8051	3.0822	2.6795	2.3293	1.9869	1.6461	1.1323	0

【図7】

印加電圧 ／ 出免容量	0	1	2	2.5	3	4	5	6	7	8
5.52	5.52	5.54	5.66	5.96	6.74	9.23	10.62	11.33	11.78	12.11
5.55	5.53	5.55	5.74	6.14	7.05	9.39	10.66	11.34	11.79	12.12
6.45	5.70	5.85	6.72	7.62	8.60	10.12	11.02	11.59	11.99	12.30
7.84	5.93	6.24	7.53	8.48	9.36	10.62	11.38	11.88	12.25	12.53
8.60	6.05	6.42	7.86	8.81	9.65	10.83	11.54	12.02	12.37	12.64
9.69	6.22	6.69	8.29	9.23	10.02	11.09	11.75	12.19	12.52	12.78
10.71	6.38	6.94	8.65	9.56	10.30	11.30	11.91	12.33	12.65	12.89
11.74	6.59	7.22	8.98	9.85	10.55	11.48	12.06	12.46	12.76	12.99
12.11	6.67	7.33	9.09	9.94	10.62	11.54	12.11	12.50	12.80	13.02
13.54	7.04	7.74	9.45	10.25	10.88	11.73	12.26	12.64	12.91	13.13

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 LCDに表示されたテキストのスクロール、アイコンのドラッグング、CGアニメーション、動画映像等に現れる色シフト、ぼやけ、尾引き等を改善する。

【解決手段】 目標輝度に対して所定の電圧を印加した際に、1リフレッシュサイクル後に各画素が到達するキャパシタンス値を予測するキャパシタンス予測部12と、キャパシタンス予測部12により予測されたキャパシタンス値を格納するフレームバッファ13と、1リフレッシュサイクル後の目標輝度とフレームバッファ13に格納されたキャパシタンス値とに基づいて、各画素に印加すべき電圧を算出するオーバードライブ電圧算出部11とを備えた液晶ディスプレイ駆動回路。

【選択図】 図4

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2001-154531
受付番号	50100743225
書類名	特許願
担当官	北原 良子 2413
作成日	平成13年 6月20日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	390009531
【住所又は居所】	アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州 アーモンク (番地なし)
【氏名又は名称】	インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

【代理人】

【識別番号】	100086243
【住所又は居所】	神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本アイ・ピー・エム株式会社 大和事業所内
【氏名又は名称】	坂口 博

【代理人】

【識別番号】	100091568
【住所又は居所】	神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本アイ・ピー・エム株式会社 大和事業所内
【氏名又は名称】	市位 嘉宏

【代理人】

【識別番号】	100106699
【住所又は居所】	神奈川県大和市下鶴間1623番14 日本アイ・ピー・エム株式会社大和事業所内
【氏名又は名称】	渡部 弘道

【復代理人】

【識別番号】	100104880
【住所又は居所】	東京都港区赤坂5-4-11 山口建設第2ビル 6F セリオ国際特許事務所
【氏名又は名称】	古部 次郎

【選任した復代理人】

【識別番号】	100100077
--------	-----------

次頁有

認定・付加情報（続き）

【住所又は居所】 東京都港区赤坂5-4-11 山口建設第2ビル  
6F セリオ国際特許事務所  
【氏名又は名称】 大場 充

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [390009531]

1. 変更年月日 2000年 5月16日

[変更理由] 名称変更

住 所 アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州 アーモンク (番地なし)

氏 名 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション